

主 論 文 要 旨

2011 年 12 月 26 日

アルミニウム合金の超高サイクル疲労特性に及ぼす 硬質皮膜被覆処理の影響

なかむら ゆうき

中村 裕紀

アルミニウム合金は、軽量、リサイクル性、美観といったいくつかの秀でた特徴を持つことから、構造用部材として多岐にわたる分野で使用されている。また、近年、アルミニウム合金の表面に硬質被膜を形成する表面処理法は、硬さ、耐食性、耐摩耗性などを向上させることを目的として幅広く使用されているが、アルミニウム合金の超高サイクル疲労特性に及ぼす表面処理の影響については未だ十分に明らかにされていない。

以上の観点から、本研究ではアルマイト処理、Feめっき、Ni-Pめっき、Fe-Cr溶射およびFe-C-Mo溶射の5種類の表面改質法を対象とし、回転曲げ疲労試験を実施して各種表面処理の疲労特性へ及ぼす影響を実験的に調べた。また、破断した試験片についてはSEMを用いて破面を観察し、フラクトグラフィおよび破壊力学的観点から考察を加えた。こうして、アルミニウム合金の疲労特性に対する各種表面処理の影響を独自の視点から、以下のとおり、長所と短所を含めて総合的に明らかにした。

- (1) アルマイト処理材の疲労強度は、未処理材の疲労強度と比較して著しい低下を示した。また、アルマイト層の膜厚の増加に伴い、その低下量も増加する傾向を示した。
- (2) アルマイト層に生じるき裂先端の応力拡大係数範囲 ΔK の計算を行った結果、アルマイト処理材で認められた疲労限度は、アルマイト層に生じるき裂が基材に進展する際の下限界応力拡大係数 $\Delta K_{th} = 0.85 \sim 1.38 \text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ に依存することが明らかになった。
- (3) Feめっき材、Ni-Pめっき材、Fe-Cr溶射材およびFe-C-Mo溶射材について、各皮膜と基材のヤング率の差が疲労特性に及ぼす影響について考察を行った。その結果、皮膜と基材には、それぞれ異なる真の応力が生じることが明らかとなり、各種表面処理材の疲労強度は、その真の応力により評価できた。

Effect of Hard Coating Layers on Very High Cycle Fatigue Properties of Aluminum Alloys

ゆうき なかむら

Yuki Nakamura

Aluminum alloys have been widely used as structural materials due to their light weight, ease of recycling and beautiful appearance. Various surface treatments forming the hard coating layer on the surface have been widely used to improve the hardness, the corrosion resistance and the wear resistance. However, the effect of those surface treatments on very high cycle fatigue properties of aluminum alloy remains unsolved.

From this viewpoint, rotating bending fatigue tests were carried out on aluminum alloys performed alumite surface treatment, Fe plating, Ni-P plating, Fe-Cr thermal spraying and Fe-C-Mo thermal spraying. Fracture surfaces of all the failed specimens were examined by SEM and fatigue fracture mechanisms are discussed in the light of fractography and fracture mechanics. Thus, the effect of surface treatments on the fatigue characteristics of aluminum alloys was totally clarified from the original viewpoint including merits and demerits as follows;

- (1) Significant deteriorations of the fatigue strength for alumite-treated specimens having each thickness of the alumite layer were observed in comparison with the results for untreated specimen. The deterioration was increased with an increase of the thickness of alumite layer.
- (2) Based on the quantitative analysis of stress intensity factor range at the crack tip of alumite layer, it is clarified that the fatigue limit of alumite-treated specimen is governed by ΔK_{th} of about 0.8-1.4 MPa \sqrt{m} for crack penetration into the base metal.
- (3) For Fe plated, Ni-P plated, Fe-Cr thermal sprayed and Fe-C-Mo thermal sprayed specimens, the effect of difference of Young's modulus between each coating layer and base metal on fatigue properties was discussed. Consequently, it is clarified that different true stresses take place on the coating layer and the base metal. Furthermore, the fatigue strengths of specimens with various coating layers could be evaluated by the true stress.